

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 61-250135  
(43)Date of publication of application : 07.11.1986

---

(51)Int.CI. C22C 14/00  
C01B 3/00  
C22C 27/02  
C22C 27/06

---

(21)Application number : 60-087604 (71)Applicant : NIPPON YAKIN KOGYO CO LTD  
(22)Date of filing : 25.04.1985 (72)Inventor : OSUMI YASUAKI  
EBATO KAZUO  
TAMURA KEIJI  
YOSHIDA HIROSHI

---

(54) HYDROGEN OCCLUDING ALLOY

(57)Abstract:

PURPOSE: To minimize a difference between hydrogen-occluding pressure and hydrogen-releasing pressure and to effectively utilize heat of hydrogenation as well as hydrogen-occluding capacity by blending proper amounts of Co, Cu, Nb, rare earth elements and Zr with a Ti-Cr-V alloy having a specific composition.

CONSTITUTION: A hydrogen occluding alloy has an atomic composition ratio represented by a rational formula  $TikCr_2-lVmAn$ : where A is  $\geq 1$  element among Co, Cu, Nb, rare earth elements and Zr;  $0.8 \leq k \leq 1.4$ ;  $0 < l < 2$ ;  $0 < m \leq 2$ ;  $0 < n \leq 0.2$ ;  $2.0 \leq 2-l+m+n \leq 2.2$ ;  $A=m+n$ ; and  $m \geq n$ . This alloy can be easily activated and has high hydrogen occluding and releasing velocities equal to those of conventional alloys. Moreover, no deterioration of the alloy itself can be seen even after subjected to repeated occlusion and release.

---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑪ 特許公報 (B2)

平4-77061

⑬ Int. Cl.

C 22 C 14/00  
 C 01 B 3/00  
 C 22 C 27/02  
 27/06  
 30/00

識別記号

101

A  
 B  
 Z

8825-4K  
 9041-4G  
 6919-4K  
 6919-4K  
 6919-4K

⑫ 公告 平成4年(1992)12月7日

発明の数 1 (全7頁)

⑬ 発明の名称 水素吸蔵合金

⑭ 特願 昭60-87604

⑮ 公開 昭61-250135

⑯ 出願 昭60(1985)4月25日

⑰ 昭61(1986)11月7日

⑭ 発明者 大角 泰章 神奈川県厚木市飯山2116-21

⑭ 発明者 江波戸 和男 神奈川県横浜市緑区もえぎ野10-63

⑭ 発明者 田村 敬二 神奈川県川崎市川崎区出来野1-9 出来野アパート103号

⑭ 発明者 吉田 裕志 千葉県市川市二俣678-22-103

⑯ 出願人 日本冶金工業株式会社 東京都中央区京橋一丁目15番1号

⑭ 復代理人 弁理士 小川 順三

審査官 大橋 賢一

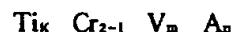
⑮ 参考文献 特公 昭59-38293 (JP, B2)

1

2

## ⑬ 特許請求の範囲

1 原子数組成比が下記の示性式で示される水素吸蔵合金。



但し、式中

Aは銅、希土類元素のいずれか1種または2種の元素であり、 $0.8 \leq k \leq 1.4$ ,  $0 < 1 < 2$ ,  $0 < m < 2$ ,  $0 < n \leq 0.2$ ,  $2.0 \leq 2 - 1 + m + n \leq 2.2$ である。

2  $1 = m + n$ ,  $m \geq n$  である特許請求の範囲第1項記載の合金。

3  $1 = m$ ,  $m \geq n$  である特許請求の範囲第1項記載の合金。

## 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

この発明は、水素吸蔵合金に関し、特に利用温度範囲100~250°C、水素圧力1~30気圧で金属水素化物を形成することができ、しかも水素吸蔵圧と放出圧の差、即ちヒステリシスが極めて小さいという特徴のある水素吸蔵合金について提案する。

## (従来の技術)

水素は原料が水で資源的な制約がないこと、クリーンであること、輸送・貯蔵が可能であること、自然の循環を乱さないことから化石燃料に変わる新しいエネルギー源として注目されている。

しかし、水素は常温において気体であり、かつ液化温度が極めて低いので、これを貯蔵する技術の開発が大きな課題となっていた。

この課題を解決する一つの方法として、水素を金属水素化物の形で貯蔵する方法が注目されている。この方法は、150気圧の市販水素ボンベの2割以下の容積、あるいは液体水素の8割以下の容積で、同重量の水素を貯蔵することができるため、容器がコンパクトとなり、安全性や取扱い易さの点で極めて優れている。

さて、水素を金属水素化物の形で吸蔵し、次に放出するに適した材料が水素吸蔵合金であり、かかる合金の水素吸蔵・放出の可逆反応に伴う反応熱の発生または吸収を利用して蓄熱装置、ヒートポンプ、熱エネルギー、機械エネルギー変換装置などの広範な応用システムの開発が期待されている。

かかる水素吸蔵材料として要求される性質とし

では、

- 1 安価であり、資源的に豊富であること。
- 2 活性化が容易で、水素吸蔵量が大きいこと。
- 3 使用温度において好適な水素吸蔵・放出平衡圧を有し、吸蔵圧と放出圧との差であるヒステリシスが小さいこと。
- 4 水素吸蔵・放出反応が可逆的であり、その速度が大きいこと。
- などが上げられる。

ところで、従来の金属または水素吸蔵合金の中で高温領域で利用され、水素吸蔵量が多いことで知られているものとしては、マグネシウム係合金がある。また特公昭59-38293号公報により、高温領域で利用できる新規なチタン系水素吸蔵合金が提案されている。前記特公昭59-38293号公報記載の合金は、一般式が $Ti_x Cr_{2-y} V_y$ で示されるチタン-クロム-バナジウム系水素吸蔵用合金であり、式中 $x, y$ はそれぞれ $0.8 \leq x \leq 1.4$ および $0 < y < 2$ である。この合金は水素吸蔵・放出の温度範囲100~250°C、水素圧力1~40気圧で金属水素化物を形成し、水素吸蔵量が比較的大きいという特性を有する合金である。

(発明が解決しようとする問題点)

前記マグネシウム系合金としてマグネシウム-ニッケル系合金、マグネシウム-銅系合金が知られおり、これらの合金は焼結しやすく、このため反応速度の低下が見られるなどの欠点があり、实用上大きな問題を残していた。

また、前記特公昭59-38293号公報記載の合金は、熱貯蔵用として利用する水素吸蔵合金の最も重要な特性である吸蔵圧と放出圧との差、即ちヒステリシスが極めて大きいという問題がいぜんとして残されたままであった。

(問題点を解決するための手段)

本発明の目的は、前記合金の有する特性をさらに向上させることにあり、合金の利用温度範囲100~250°C、水素圧力1~30気圧で金属水素化物を形成でき、しかも水素吸蔵圧と放出圧との差であるヒステリシスの小さい水素吸蔵合金を提供する。

すなわち本発明合金は、原子数組成比が、 $Ti_x Cr_{2-y} V_n A_n$ の示性式で示されることを特徴とする水素吸蔵用合金を提供する。ここで、式中 $A$ は、銅、希土類元素のいずれか1種または2種

の元素であり、 $0.8 \leq k \leq 1.4$ 、 $0 < l < 2$ 、 $0 < m < 2$ 、 $0 < n \leq 0.2$ であり、 $2.0 \leq 2 - 1 + m + n \leq 2.2$ なる関係を満足するものである。

以下に、本発明を合金についてその詳細に説明する。

さて、本発明者らは、前記特公昭59-38293号公報記載の合金 $Ti_x Cr_{2-y} V_n$ 中の $Ti, Cr, V$ のうちいずれか1部を前述のAなる金属で置換、あるいは合金全体にわずかに添加して水素吸蔵用合金の特性変化の推移を研究した。その結果、全く予期に反して水素吸蔵圧と放出圧との差であるヒステリシスが大幅に減少することを新規に知見して本発明を完成した。

次に本発明合金において、成分組成を限定する理由を説明する。

本発明合金において、 $k$ が1.4より大きいと熱力学的に不均化が生じやすく、高温にならないと解離しない $TiH_2$ が生成するため、吸蔵水素の放出が困難となる。従つて、高温にするか、減圧あるいは真空下での加熱によらなければ円滑な水素放出が達成できなくなる。一方、 $k$ が0.8より小さいと、活性化が極めて困難となるので、 $0.8 \leq k \leq 1.4$ の範囲内にする必要がある。

また $l$ および $m$ がそれぞれ2以上のときは、吸蔵した水素が殆んど放出されなくなるので、それぞれ $0 < l < 2$ 、 $0 < m < 2$ にする必要がある。

また、 $n$ は0.2より大きいと水素吸蔵量が減少し、さらに水素吸蔵・放出曲線におけるプラトー域が2段状になつたり、ヒステリシスが大きくなる傾向が現れるので、 $0 < n \leq 0.2$ にする必要がある。

次に、これら $l, m, n$ の関係が、 $2.0 \leq 2 - 1 + m + n \leq 2.2$ の範囲内にする必要のある理由を説明する。

前記 $(2 - 1 + m + n)$ が2.0未満のときには、吸蔵された水素の放出が困難となり、高温にするかもしくは減圧あるいは真空下での加熱によらなければ円滑な水素の放出が達成できなくなる。一方、 $(2 - 1 + m + n)$ が2.2より大きいと、活性化が極めて困難があるので、 $2.0 \leq 2 - 1 + m + n \leq 2.2$ にする必要がある。

本発明合金において、 $l = m + n$ かつ $m \geq n$ のときには、前記特公昭59-38293号公報に記載の合金である $Ti_x Cr_{2-y} V_n$ 中の $Cr$ 及び/又は

Vの一部がAなる金属によって置換され、かつVの原子数にAの原子数が等しいか、もしくは少ない場合の合金であるが、第1表中の試料No.2, 4、第2表中の試料No.8の場合に明らかなように、ヒステリシスが小さくなる。

また本発明合金において、 $1=m$ ,  $m \geq n$ ,  $0 < n \leq 0.2$ のときには、 $2.0 < 2 - 1 + m + n \leq 2.2$ すなわち $2.0 < 2 + n \leq 2.2$ となり、以下の実施例の第1表の試料No.1, 3、第2表の試料No.6, 7に示すように、ヒステリシスが小さくなる。

ところで、本発明合金において、Aなる金属が $Ti_x Cr_{2-y} V_y$ 合金のCr及び/又はVの一部と置換する場合は、バナジウムと同様にチタンおよびクロムと $TiCr_2$ 型の六方晶を形成する金属化合物となる。また、前記Aなる金属が $Ti_x Cr_{2-y} V_y$ 合金に添加される場合は、その構造は不明であるが、添加量が少量の場合は、基本的には $TiCr_2$ 型の金属化合物である。上記2つの典型的な例のほか、前記Aなる金属が $Ti_x Cr_{2-y} V_y$ の一部と置換している場合と、この合金に添加されている場合の両方に跨る範囲も当然に存在する。

ところで、前記特公昭59-38293号公報に記載の $Ti_x Cr_{2-y} V_y$ で示される合金では、水素吸蔵圧と放出圧の差、即ちヒステリシスが著しく大きくなる。例えば、 $Ti_{1.2}Cr_{1.2}V_{0.8}$ の組成の合金では、水素吸蔵圧が150°Cで約22気圧、水素放出圧が焼く4気圧であり、ヒステリシスは約18気圧もある。ヒステリシスが大きいことは、水素吸蔵・放出操作をするために、水素吸蔵合金もしくは金属水素化物をより大きな温度差で加熱、冷却するか、あるいは大きな圧力差で水素を加圧・減圧しなければならず、水素貯蔵能力、水素化反応熱を有効に利用することができない。

前記Aなる金属の存在により、本発明合金の140°Cにおける水素吸蔵圧と放出圧の差、即ち、ヒステリシスは、金属を置換ないし添加していない従来合金に比べると大幅に減少させることができる。

$Ti_x Cr_{2-y} V_y$ にAなる金属を置換および/または添加した本発明の合金は、 $Ti_x Cr_{2-y} V_y$ に比べて、水素放出圧は殆んど変化することなく、水素吸蔵圧のみを低減してヒステリシスを小さくするため特に有益である。金属Aの働きの

詳細は明確ではないが、金属Aの量が多くなると合金の水素吸蔵量が減少し、水素吸蔵・放出圧が全体的にやや低くなる。しかしながら、六方晶形の結晶形を有する範囲では金属A単独での水素吸蔵は現出しないため特に問題はない。従つて、六方晶形を維持するために、 $Ti_x Cr_{2-y} V_y A_n$ 合金においてnは、 $0 < n \leq 0.2$ に限定されるのである。

次に本発明合金の製造方法を述べる。

10 本発明合金を製造するには、従来から知られているチタン多元系水素吸蔵合金の製造方法によることができる。なかでも、アーク溶融法による方法が最も好適である。

次に、アーク溶融法による本発明合金の製造方

15 法を述べる。まず、Ti, Cr, Vおよび金属Aの元素をそれぞれ秤量して混合した後、任意の形状にプレス成形し、この成形体をアーク溶融炉に装入して不活性雰囲気下で加熱溶融し、炉内で凝固させて室温まで冷却した後炉外に取出す。この取出した合金を均質にするためにこの合金を真空にすることのできる容器内に装入し、 $10^{-2}$ Torr以下の高真空雰囲気下で1000~1100°C、8時間以上炉中に保持した後、真空容器を炉外に取出し放冷するか、または真空容器を水中に投入して冷却する。その後、合金の表面積を拡大して水素吸蔵能力を高めるため、破碎して粒状にする。

次に、本発明を実施例に基づいて説明する。

#### 実施例 1

市販のTi, Cr, V, Cu, Laを適量秤取し、これを高真空アーク溶融炉の銅製ルツボ内に装入し、炉内を99.99のAr雰囲気とした後、焼く2000°Cに加熱溶融して焼く40分の下記の原子数組成のボタン状合金塊4種をそれぞれ製造した。

$Ti_{1.2} Cr_{1.2} V_{0.8} Cu_{0.1}$   
 $Ti_{1.2} Cr_{1.1} V_{0.8} Cu_{0.1}$   
 $Ti_{1.2} Cr_{1.1} V_{0.9} La_{0.05}$   
 $Ti_{1.2} Cr_{1.1} V_{0.8} La_{0.1}$

製造に当つては、各ボタン状試料をそれぞれ石英管内に装入し、ロータリーポンプを用いて $10^{-2}$ Torrの真空下で加熱し、炉内で1100°C、8時間保持した後、試料を常温の水中に投入して急冷する均質化処理を施した。その後-100メッシュに粉碎して、水素の吸蔵・放出特性を調べた。

合金の活性化ならびに水素の吸蔵・放出量の測

定方法を第1図に示す原理図に基づいて説明する。

ステンレス製水素吸蔵・放出反応器10には、前記粉碎した15grの水素吸蔵合金試料12が収納されており、前記反応器10はバルブ14を経てリザーバー16に連結されている。リザーバー16はバルブ18を経て水素ポンベ20に、またバルブ22を経てロータリー式真空ポンプ24に連結されている。バルブ14とリザーバー16との管路中に圧力変換器26、デジタル圧力指示計28が配設されている。

反応器10を真空ポンプ24に接続して10<sub>-2</sub> Torrの真空下140°Cで脱気した。次に、反応器10を常温水で冷却しながら純度99.999%、圧力30気圧の水素を器内に導入して水素の吸蔵を開始させた。水素吸蔵が略完了した後、再び140°Cで真空脱気した後、常温水で冷却しながら、水素加圧する操作を活性化が完了するまで繰り返した。

次に水素吸蔵・放出量を以下の如く測定した。反応器10を140°Cに保持した後真空ポンプ24を運転し、バルブ14、22を開いてリザーバー16と反応器10内を真空中にした後バルブ14、22を閉じる。バルブ18を開いてリザーバー16に数気圧の水素を導入し、バルブ18を閉じ、その圧力Pt<sub>1</sub>と雰囲気温度T<sub>1</sub>を測定する。次<sup>25</sup> (2)となる。

$$Mn = \frac{1}{R} \cdot \left( \frac{Pe_{(n-1)} \cdot V_1}{Z(Pe_{(n-1)}, Tr) \cdot Tr} + \frac{Pt_n \cdot V_2}{Z(Pt_n, Tn) \cdot Tn} \right) \quad \dots(2)$$

次にバルブ14を開き、合金試料12が新たに水素△Mnモル(H<sub>2</sub>分子換算)吸蔵して平衡圧Penに達したとき、上記Mnモルの水素量は反応<sup>30</sup>

$$Mn = \frac{Pen}{R} \cdot \left( \frac{V_1}{Z(Pen, Tr) \cdot Tr} + \frac{V_2}{Z(Pen, T_{n+1}) \cdot T_{n+1}} \right) + \Delta Mn \quad \dots(3)$$

従つて、n回目に合金試料12に吸蔵された水素量△Mnモルは式(2)、(3)を等しいとした上で、\*

$$\Delta Mn = \frac{1}{R} \left( \left( \frac{Pen}{Z(Pt_n, Tn) \cdot Tn} - \frac{Pen}{Z(Pen, T_{n+1}) \cdot T_{n+1}} \right) \cdot V_2 - \left( \frac{Pen}{Z(Pen, Tr)} - \frac{Pe_{(n-1)}}{Z(Pe_{(n-1)}, Tr)} \right) \cdot \frac{V_1}{Tr} \right) \quad \dots(4)$$

式(4)を用いて各回の水素吸蔵量を算出し、水素平衡圧と合金の水素吸蔵量との関係を得ることができる。水素放出量の測定はリザーバー16と反応器20がほぼ40気圧の平衡水素圧になつた時から開始する。バルブ14を閉じ、バルブ22を開き、リザーバー16内の水素圧を数気圧減圧して

\*いで、バルブ14を開き、リザーバー内の水素を反応器10へ導入し、試料が水素を吸蔵して平衡圧になつたときの圧力Pe<sub>1</sub>を測定する。バルブ14を閉じバルブ18を開いてリザーバー16内の水素圧を数気圧増加させ、バルブ18を閉じその圧力Pt<sub>2</sub>と雰囲気温度T<sub>2</sub>を測定する。バルブ14を開いて反応器10に新たな水素を導入し、試料がさらに水素を吸蔵して平衡圧になつたときの圧力Pe<sub>2</sub>を測定する。この操作をPt<sub>n</sub>(nは繰り返し回数)がおよそ40気圧になるまで繰り返す。n回目の水素吸蔵量は次の容量で算出される。

圧力P、体積V、水素ガスの絶対温度T、水素ガスのモル数M、機体定数R、理想気体から実在水素ガスへの補正係数Z(圧力、温度の関数)とすると、

$$PV = MZRT \quad \dots(1)$$

の関係がある。これをを利用してn回目のリザーバーの水素圧Pt<sub>n</sub>、Penと反応器の水素圧Pe(n-1)、Penおよびそれぞれの測定時の雰囲気温度T<sub>n</sub>、T<sub>n+1</sub>、反応器の温度Tr(413K)からn回目の吸蔵水素量を求めることができる。

リザーバー16にPt<sub>n</sub>の圧力を導入した状態で反応器10(内部空間容積V<sub>1</sub>)とリザーバー16(内容積V<sub>2</sub>)の中にある水素ガスMnモルは式(2)となる。

反応器10とリザーバー16の中で次の通りに存在している。

\*次の通り計算される。

バルブ22を開じる。圧力と雰囲気温度を測定する。次いでバルブ14を開き、反応器10内の水素をリザーバー16へ導入し、合金試料に吸蔵された水素を一部放出させ、平衡になつた圧力を測定する。この操作を反応器10が真空になるまで繰り返す。水素放出量の算出は、上記吸蔵の場合

の算出方法に準ずる。水素放出における水素平衡圧と合金の水素放出量との関係を得ることができ

る。このようにして等温における平衡水素圧力一組成の関係を求めて、その結果を第1表に示す。同表中試料No.5は公知組成材料（特公昭59-38293号公報記載の合金）であり、この試料に対応する本発明合金はNo.1, 2, 3, 4である。第1表か\*

\*明らかのように、本発明合金は比較材に比べてヒステリシスが大幅に改善されている。又比較材に比べて、水素放出圧は殆んど変化なく、水素吸蔵圧が低減しているので、比較材の圧力特性から大きくずれることがない。従つて、金属水素化物反応装置の設計に有利である。尚、比較材では、活性化にはより高圧の水素加圧が必要である。

第 1 表

試 料 No.	合金組成 (原子数比)	水素吸蔵 量 (重量%)	水素吸蔵圧 Pa		水素解離圧 Pa		ヒステリ シス指数 $I_o$ Pa/Pd
			温度 ℃	気圧	温度 ℃	気圧	
本発明 合金	1 Ti <sub>1.2</sub> Cr <sub>1.2</sub> V <sub>0.8</sub> Cu <sub>0.1</sub>	1.6	140	13.5	140	5.0	0.99
	2 Ti <sub>1.2</sub> Cr <sub>1.1</sub> V <sub>0.8</sub> Cu <sub>0.1</sub>	1.7	140	12.5	140	4.5	1.02
	3 Ti <sub>1.2</sub> Cr <sub>1.1</sub> V <sub>0.8</sub> La <sub>0.05</sub>	1.9	140	9.5	140	3.0	1.15
	4 Ti <sub>1.2</sub> Cr <sub>1.1</sub> V <sub>0.8</sub> La <sub>0.1</sub>	2.0	140	9.0	140	2.5	1.28
比較材	5 Ti <sub>1.2</sub> Cr <sub>1.2</sub> V <sub>0.8</sub>	2.2	150	22.0	150	4.2	1.64

## 実施例 2

市販のTi, Cr, V, Cu, Laを適量秤取し、実施例1と同じ方法で下記の原子数組成の合金を溶製した。



このようにして得られたボタン状試料をロータリーポンプにより $10^{-2}$  Torrの真空中で1100°C、8時間保持後、常温の水中に投入して急冷する均質熱処理を施し、次いで-100メッシュに粉碎して活性化処理を行つた。次に、140°Cにおける水素吸蔵・放出量を実施例1と同じ方法で測定し等温における平衡水素圧一組成の関係を求めた。これらの結果を第2表に示す。同表中の試料No.9は

公知組成材料（特公昭59-38293号公報に記載の合金）であり、この試料に対応する本発明合金は、No.6, 7, 8である。また1例として試料No.7の平衡水素圧一組成等温線を第2図に示す。点

25 線で示したのは、 $Ti_{1.2}Cr_{1.2}V_{0.8}$ の組成を有する比較材の合金の平衡水素圧一組成等温線である。第2表および第4表から明らかのように、本発明合金は比較材に比べてヒステリシスが大幅に改善されている。又比較材に比べて、水素放出圧は殆ど変化なく、水素吸蔵圧が低減しているので、比較材の圧力特性から大きくずれることがないから、金属水素化物反応装置の設計に有利である。尚、比較材では、活性化にはより高圧の水素加圧が必要である。

第 2 表

試 料 No	合金組成				水素吸蔵 量 (重量%)	水素吸蔵圧 Pa		水素解離圧 Pd		ヒステリ シス指數 $I_n$ Pa/Pd	
	(原子数比)					温度 ℃	気圧	温度 ℃	気圧		
本発明合 金	6	Ti <sub>1.2</sub>	Cr <sub>1.2</sub>	V <sub>0.8</sub>	Cu <sub>0.05</sub>	1.7	140	13.0	140	5.0	0.95
	7	Ti <sub>1.2</sub>	Cr <sub>1.2</sub>	V <sub>0.8</sub>	La <sub>0.05</sub>	2.0	140	10.0	140	3.0	1.19
	8	Ti <sub>1.2</sub>	Cr <sub>1.2</sub>	V <sub>0.75</sub>	La <sub>0.05</sub>	2.0	140	10.0	140	3.5	1.03
比較材	9	Ti <sub>1.2</sub>	Cr <sub>1.2</sub>	V <sub>0.8</sub>		2.2	150	22.0	150	4.2	1.64

## (発明の効果)

本発明合金は上述の諸特性を有することから、本発明合金を使用することにより下記の如き効果を挙げることができる。

① 平衡水素圧は、100~250℃の温度範囲内で、1~30気圧の範囲にあるので取り扱い易く、産業プラントからの工業排熱を利用することができる。

② 水素の吸蔵圧と放出圧の差、即ちヒステリシスが従来合金に比べ小さいので、水素吸蔵能力や水素化反応熱を有効に利用することができる。

③ 活性化は140℃以下の真空脱気、30気圧以下の水素加圧により容易に行うことができ、従来合金に比べ活性化の温度、水素圧を低減することができる。

④ 水素の吸蔵・放出速度は大きく、従来合金と同等である。

⑤ 水素の吸蔵・放出を何回繰り返しても合金自体の劣化は実質的に認められない。

⑥ 酸素、窒素、アルゴン、炭酸ガスなどの不純ガスによる影響は少ない。

本発明合金は、以上の通り水素吸蔵合金として要求される諸性能を殆ど具備しており、特に平衡水素圧のヒステリシス、活性化の温度、水素圧

は、従来の水素吸蔵合金に比べ大幅に改善されている。

また、本発明合金は、活性化が極めて容易で大量的水素を密度高く吸蔵し得、且つヒステリシスが小さく、水素の吸蔵・放出反応が100~250℃の温度範囲、水素圧力1~30気圧で完全に可逆的に行なわれるなど、水素吸蔵合金として数々の優れた特徴を有している。

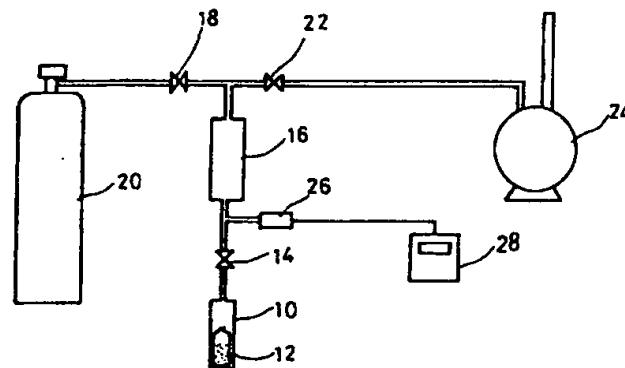
20 従つて、本発明合金は、水素貯蔵材料としての用途、水素吸蔵・放出反応に伴う反応熱を利用する排熱、地熱などの熱貯蔵システムや熱を機械エネルギーに変換して利用するコンプレッサーなどのエネルギー変換システム応用分野への用途などに卓越した効果を發揮する。

## 図面の簡単な説明

第1図は、本発明合金の活性化ならびに水素の吸蔵・放出量の測定方法の説明図、第2図は本発明合金7の合金と比較材の合金の平衡水素圧-組成の等温線図である。

10 ……反応器、12 ……水素吸蔵用合金試料、14 ……バルブ、16 ……リザーバー、18 ……バルブ、20 ……水素ポンベ、22 ……バルブ、24 ……ロータリー式真空ポンプ、26 ……圧力変換器、28 ……デジタル圧力指示計。

第1図



第2図

